

## ИММУНОМОДУЛИРУЮЩАЯ ТЕРАПИЯ БРОНХИАЛЬНОЙ АСТМЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДОВ ФИЗИОТЕРАПИИ

АСИРЯН Е.Г.\*, НОВИКОВ П.Д.\*, ГОЛУБЕВА А.И.\*\*

\*Витебский государственный ордена Дружбы народов медицинский университет, г. Витебск, Республика Беларусь

\*\*УЗ «Витебский областной детский клинический центр» Областная клиническая детская больница, г. Витебск, Беларусь

Вестник ВГМУ. – 2017. – Том 16, №1. – С. 7-15.

## IMMUNOMODULATORY THERAPY FOR BRONCHIAL ASTHMA WITH THE USE OF PHYSIOTHERAPEUTIC METHODS

ASIRYAN E.G.\*, NOVIKOV P.D.\*, GOLUBEVA A.I.\*\*

\*Vitebsk State Order of Peoples' Friendship Medical University, Vitebsk, Republic of Belarus

\*\*Vitebsk Regional Children's Clinical Centre, Vitebsk, Republic of Belarus

Vestnik VGMU. 2017;16(1):7-15.

### Резюме.

Авторами статьи изучены и обобщены имеющиеся в литературе материалы и собственные результаты об эффективности использования лазера, ультразвука, крайневысокочастотного излучения при бронхиальной астме в качестве средств иммунокоррекции. Изложены и обобщены данные об иммуномодулирующих эффектах лазерного излучения, его влиянии на различные звенья иммунитета, реакции клеток иммунной системы, а также на факторы неспецифической и специфической резистентности. Проанализирована имеющаяся в литературе информация о воздействии крайневысокочастотного излучения на систему иммунитета, о возможностях его иммунокорректирующего воздействия. Анализируются данные об ультразвуковом воздействии на иммунологические показатели, о методах, применяемых в медицине с использованием волн ультразвуковой природы. Представленная в статье информация расширяет представление о возможностях применения физиотерапевтических методов лечения, об их влиянии на иммунный статус.

*Ключевые слова:* лазер, крайневысокочастотные волны, ультразвук, астма.

### Abstract.

The available literature materials and the authors' own results on the effectiveness of the use of laser, ultrasound, waves of extremely high frequency in bronchial asthma as immunocorrection means have been studied and summarized in this article. Data on the immunomodulatory effects of laser radiation, its influence on various links of immune response of the immune system cells, as well as on the factors of specific and nonspecific resistance have been presented and summarized. The available information from different literature sources about the impact of the waves of extremely high frequency on the immune system, and the possibilities of their immunocorrective action has been reviewed. Data about ultrasonic influence on the immunological parameters, methods applied in medicine with the use of waves of ultrasonic nature have been analyzed. The information presented in this article enhances the understanding of the possibilities of the use of physiotherapeutic methods of treatment, their impact on the immune status.

*Key words:* laser, extremely high frequency waves, ultrasound, asthma.

Бронхиальная астма – это хроническое заболевание, требующее длительного меди-

каментозного лечения, которое зависит от тяжести заболевания. Базисная терапия на-

значается с целью воздействия на аллергический воспалительный процесс в дыхательных путях, для достижения стойкой ремиссии заболевания и профилактики осложнений [1, 2]. Пациенты с бронхиальной астмой вынуждены длительно пользоваться большим количеством медикаментозных средств, что часто приводит к аллергическим реакциям и другим побочным эффектам. Поэтому возникает необходимость разработки новых, эффективных методов лечения с патогенетической направленностью, что будет способствовать сокращению использования лекарственных средств [3, 4].

Недостаточность механизмов регуляции иммунного ответа лежит в основе патогенеза бронхиальной астмы, в связи с чем разработка и применение иммунокорректирующих методов являются актуальными и обоснованными. Физические факторы способны изменять иммунологическую реактивность организма путем непосредственного воздействия на лимфоидную ткань или опосредованно через нервную и эндокринную системы [5, 6]. При лекарственной аллергии, развитии побочных эффектов возникает необходимость сократить применение лекарственных средств. При этом иммунокоррекция физическими факторами будет являться эффективным и, возможно, единственным методом устранения иммунологических нарушений [7].

Таким образом, рациональное сочетание медикаментозных и немедикаментозных методов лечения, включение в лечебно-реабилитационную программу средств физиотерапии приводит к сокращению использования лекарственных средств, позволяет значительно улучшить состояние пациента [8, 9].

### **Иммуномодулирующее действие физических факторов**

Лазеротерапия – это использование с лечебно-профилактическими целями низкоэнергетического лазерного излучения, которое является электромагнитным излучением оптического диапазона [10]. Влияние этого физического фактора на иммунную систему зависит от исходных значений и носит модулирующий характер. Исходно низкий уровень увеличивается до средних величин, высокие же показатели снижаются до нормальных показателей

[11]. Лазерное излучение является неспецифическим биостимулятором репаративных и обменных процессов в различных тканях, обладает антиоксидантным и стабилизирующим эффектом на мембраны клеток [10, 12]. Под влиянием лазерного излучения происходит активизация процессов в лимфоидной ткани [13]. Предполагается, что в организме присутствуют специфические рецепторы, ответственные за восприятие информации физических факторов, в анализе которой основная роль принадлежит иммунной системе [10]. На основании результатов различных исследований можно предположить, что основными точками приложения лазерного излучения являются поверхностная мембрана клетки с ее рецепторами, клеточные центросомы и ферменты гексозомонофосфатного шунта, что и обуславливает иммуномодулирующий эффект этого излучения [7, 14]. Лазерное излучение способствует активации ядерного аппарата, системы ДНК-РНК-белок [15]. Повышение продукции активных форм кислорода в крови происходит под влиянием внутривенного лазерного облучения крови [16].

Установлен избирательный эффект излучения He-Ne-лазера на транскрипционную функцию Т-лимфоцитов по сравнению с В-лимфоцитами [17, 18].

Лазерное излучение малой интенсивности повышает активность факторов неспецифической и специфической резистентности, таких как белков системы комплемента, интерферонов, лизоцима, повышение фагоцитарной активности клеток [19].

Данный физический фактор влияет на специфические иммунные реакции, а также антителообразующие клетки, усиливает синтез иммуноглобулинов, особенно классов G и A, усиливает пролиферацию Т- и В-лимфоцитов, способствует повышению функциональной активности Т-лимфоцитов [5]. Низкое реагирование на лазерное излучение характерно для хелперно-индукторных клеток, при этом наблюдается стимуляция Т-супрессоров. Под воздействием лазерного излучения возрастает функциональная активность мононуклеарных фагоцитов, снижается накопительная способность нейтрофильных гранулоцитов [17].

Иммуномодулирующее действие относится к основным лечебным эффектам КВЧ-излучения, однако механизмы влияния на им-

мунную систему до конца не изучены [20, 21]. Терапевтическое действие КВЧ-волн на организм зависит от исходного состояния: так, при нормальных лабораторных данных влияние отсутствует, при сниженных показателях иммунной системы данный физический фактор способствует их нормализации. Реакция различных звеньев иммунной системы на микроволновое облучение зависит от локализации воздействия, продолжительности и кратности излучения [11]. Устранение сдвигов в иммунной системе, связанное с угнетением отдельных звеньев Т- и В-клеточного иммунитета, наблюдается под воздействием КВЧ-излучения. Селективная активация Т-супрессоров при действии микроволн связана с наличием морфофункциональных различий между Т-супрессорами и Т-хелперами, так как установлено, что рецепторы Т-супрессоров более прочно, чем рецепторы Т-хелперов, связаны с клеточной мембраной [22].

Установлено также, что противовоспалительный эффект КВЧ-излучения сравним по величине с действием терапевтических доз нестероидных противовоспалительных средств [23]. Учитывая глубину проникновения данного физического фактора, а также высокую чувствительность к его действию клеток Лангерганса, фибробластов, Т-лимфоцитов, эндотелия капилляров, предполагается, что КВЧ-излучение является модулятором продукции цитокинов, обеспечивающих регуляцию иммунного ответа и межклеточное взаимодействие в тканях. Согласно литературным данным, под воздействием КВЧ-излучения *in vitro* лимфоциты выделяют в культуральную среду цитокин, способствующий размножению клеток соответствующей линии. Это свидетельствует о возможности осуществления иммуномодулирующих эффектов КВЧ-излучения по средствам иммунных белков-регуляторов [22]. Снижение образования таких цитокинов, как ФНО $\alpha$ , ИЛ-12, ИЛ-6 и ИЛ-1 $\beta$ , наблюдается под воздействием КВЧ и низкоинтенсивного лазерного излучения [24].

Ультразвуковые волны – это фактор механической природы, который оказывает стимулирующее или угнетающее действие на систему иммунитета. В большинстве случаев ультразвук применяется с целью иммуностимуляции [6, 10]. Иммуномодулирующий эффект этого физического фактора зависит от

места, интенсивности, продолжительности воздействия [7].

Умеренное положительное действие на показатели клеточного иммунитета выявлено после воздействия высокочастотным ультразвуком. Низкочастотный ультразвук повышает неспецифическую резистентность организма. Иммунокорригирующее действие характеризуется улучшением количественного содержания и функциональной активности клеточных и гуморальных факторов иммунной системы. Причиной возникновения данного эффекта связывают с улучшением микроциркуляции, а также с изменением биосинтеза нейrogормонов и других биоактивных соединений [7, 15].

Известно, что ультразвуковые волны, воздействуя на иммунокомпетентные клетки крови, вызывают изменения свойств поверхности Т-лимфоцитов, стимулируют спонтанное розеткообразование при озвучивании (880 кГц) лейкоцитов доноров [10, 15]. Ультразвук влияет на функциональную активность эритроцитов и лейкоцитов, усиливает миграцию и пролиферацию лимфоцитов [10].

При озвучивании лимфоцитов крови установлено повышение на 60-100% способности Т-лимфоцитов образовывать «активные» розетки с эритроцитами барана с одновременным увеличением количества эритроцитов в розетке. Способность В-лимфоцитов к розеткообразованию с эритроцитами мыши не изменялась. Полученные данные свидетельствуют об избирательности действия ультразвука. Аффинность «рецепторно-активных» Т-лимфоцитов увеличивалась. Можно предположить, что под влиянием ультразвука в клетках изменяется концентрация циклических нуклеотидов, что приводит к изменению экспрессии некоторых рецепторов [6].

Нормализации уровня Т-лимфоцитов в периферической крови установлено у животных с иммунодефицитами после ультразвукового воздействия [7].

Согласно литературным данным характер изменений, возникающих в макрофагах, носит дозозависимый характер. Ультразвук низкой интенсивности активизирует фагоцитирующие клетки, высокой интенсивности – угнетает [25]. Презентирующая функция фагоцитов под воздействием ультразвука усиливается [5]. Ультразвук низкой частоты

оказывает влияние на апоптоз клеток [26]. Ультразвук, вероятно, способен снижать чувствительность тканей к гистамину, чем и объясняется противоаллергическое действие этого физического фактора [5].

Под воздействием низкочастотного ультразвука на лёгочную ткань, по данным электронной микроскопии, установлено повышение функциональной активности клеток и усиление иммунологических и защитных реакций организма [15].

### **Применение физических факторов при бронхиальной астме**

Положительная динамика уровня цитокинов установлена под влиянием низкоинтенсивного лазерного излучения (НИЛИ), наблюдается снижение уровня IL-4, увеличение IFN- $\gamma$  в бронхоальвеолярной жидкости и сыворотки крови. Данный вид излучения может регулировать Th1/Th2 дисбаланс, наблюдающийся при бронхиальной астме, что может использоваться в лечении данного заболевания [27].

Нормализация количества Т-клеток, Т-хелперов, Т-супрессоров, В-лимфоцитов наблюдалось при местном использовании лазерного облучения паравертебрально на уровне II-IV грудных позвонков в комплексном лечении детей с бронхиальной астмой [22].

Установлено, что НИЛИ оказывает гипосенсибилизирующее и иммунокорригирующее действие. Восстанавливается функциональная активность В-звена иммунитета, происходит рост показателей аффинитета и содержания IgA и IgG, а также снижение уровня IgM и IgE. У детей с бронхиальной астмой под действием лазерного излучения происходит нормализация цитопатологических показателей, улучшение структурных свойств мерцательных клеток, фагоцитоза [28]. Имеются данные о возможности применения различных методик лазеротерапии и их эффективности при бронхиальной астме. Инфракрасное лазерное излучение в области проекции надпочечников у пациентов с бронхиальной астмой способствует улучшению клинической картины заболевания, снижению астматических атак, улучшению показателей функции внешнего дыхания, нормализации уровня гидрокортизона [29].

Лазерное облучение области надпочечников пациентам с гормонзависимым вариантом заболевания способствовало отмене пероральных ГКС в 2 раза чаще, чем в контрольной группе. Под действием лазерного облучения тимуса, зон Геда, надпочечников, симпатической нервной системы, каротидного синуса (1-2 мин) при бронхиальной астме происходит уменьшение рецидивов заболевания, нормализация иммунного статуса [6, 19]. При использовании у пациентов с бронхиальной астмой метода лазеропунктуры наблюдалось улучшение показателей функции внешнего дыхания, снижение реактивности бронхов, восстановление чувствительности бронхов к симпатомиметикам. Внутрисосудистое лазерное облучение крови способствует стабилизации процесса и ремиссии у 83% пациентов с бронхиальной астмой, снижению поддерживающей дозы кортикостероидов на 50% [30].

Использование внутривенного лазерного облучения у пациентов с обострением бронхиальной астмы приводило к быстрому улучшению состояния у большинства пациентов, улучшались показатели ФВД. Нормализация энергетического метаболизма и ферментного статуса клеток, их дифференцировки приводит к устранению иммуноаллергического и инфекционного воспаления, что способствует снижению гиперреактивности бронхов и ликвидации бронхообструктивного синдрома [31].

Ежедневное применение лазерного облучения паравертебрально на уровне II-IV грудных позвонков в комплексном лечении детей с бронхиальной астмой способствует нормализации количества Т-клеток, Т-хелперов, Т-супрессоров, В-лимфоцитов, уровня IgA, приводит к снижению уровня IgM [22]. Сочетание медикаментозной терапии и лазеропунктуры в лечении приступного периода приводит к снижению эозинофилии и лейкоцитоза в крови, замедлению СОЭ, снижению альбумино-глобулинового коэффициента, нормализации уровней церулоплазмينا и СРБ в крови [32].

При включении магнитолазерной терапии в комплекс реабилитации пациентов с бронхиальной астмой отмечено повышение физической активности, улучшение общего и психического здоровья [33].

В ходе нашего исследования установ-



лено, что при назначении магнитолазерной терапии на область грудной клетки детям с бронхиальной астмой наблюдается положительная динамика иммунологических показателей. Установлено снижение относительного и абсолютного уровня  $CD4^+CD25^+$  лимфоцитов,  $CD19^+CD23^{++}$  лимфоцитов, абсолютного уровня  $CD203c^+CD63^+$  базофилов, относительного уровня эозинофилов, несущих  $CD23^+IgE^+$  рецептор в течение трех месяцев наблюдения. Уровень  $CD203c^+IgE^+$  базофилов, относительный и абсолютный уровень эозинофилов статистически значимо снижается после проведения процедур, однако к 82-90 дню наблюдается рост этих показателей, хотя и не достигает исходного уровня. Применение магнитолазеротерапии способствует уменьшению эпизодов бронхообструкции, что приводит к сокращению использования доз ингаляций короткодействующих  $\beta_2$ -агонистов, а также позволяет сократить сроки применения базисной терапии (и-ГКС).

КВЧ-терапия широко применяется в медицинской практике для диагностики, профилактики и лечения большого количества заболеваний различной этиологии [34]. Установлено, что курс КВЧ-терапии на фоне базисной терапии в условиях горного климата у пациентов с бронхиальной астмой средней степени тяжести способствует уменьшению дневных и ночных симптомов астмы, повышает физическую активность, снижает потребности в  $\beta_2$ -агонистах короткого действия, улучшает функции внешнего дыхания. В то же время наблюдается повышение контроля над заболеванием на фоне снижения дозы ИГКС, повышается число зрелых Т-лимфоцитов, увеличивается синтез ИЛ-2, INF- $\gamma$ , снижается уровень общего IgE [35]. При различной степени обструкции на уровне крупных, средних и мелких бронхов КВЧ-терапия ( $42,19 \pm 0,10$  ГГц; 7,1 мм) улучшает бронхиальную проходимость. Применение КВЧ-пунктуры у пациентов с бронхиальной астмой с легким, среднетяжелым и тяжелым течением уменьшает выраженность клинических симптомов астмы [36].

КВЧ-пунктура совместно с низкоинтенсивным лазерным излучением инфракрасного спектра у пациентов с бронхиальной астмой способствует ранней нормализации клинко-лабораторных признаков обострения, улучша-

ет функцию внешнего дыхания, увеличивает сроки ремиссии по сравнению со стандартной медикаментозной терапией. Это приводит к более быстрому сокращению доз бронхолитиков [37].

КВЧ-лазеропунктура используется у пациентов с бронхиальной астмой при наличии сопутствующего риносинусита. После данных физиотерапевтических процедур наблюдается восстановление дыхательной функции носа, уменьшение приступов бронхообструкции, улучшение и восстановление дренажной функции бронхов, удлинение периодов ремиссии [38].

Таким образом, в ряде исследований представлены данные о том, что физиотерапевтические методы, в частности КВЧ-терапия, могут улучшить качество жизни, уменьшить симптомы заболевания, а также ограничить использование лекарственных средств [39].

Известен способ воздействия ультразвуком через кожу на зоны проекции селезенки у пациентов с бронхиальной астмой в непрерывном режиме при интенсивности ультразвука от 0,2 до 0,4 Вт/см<sup>2</sup> и длительности процедур от 3 до 5 минут ежедневно в течение 10 дней. Недостатком способа является отсутствие достаточных данных об иммунологической эффективности, а также непродолжительность клинического эффекта после этих процедур [6].

При воздействии ультразвуком на грудную клетку при лечении бронхиальной астмы используют три зоны: первая зона – паравертебрально справа и слева на уровне ThI-ThXII, вторая зона – область VI-VII или VII-VIII межреберий, начиная паравертебрально до средней подмышечной линии, третья зона – подключичная область от грудино-ключичного сочленения до плечевого сустава. На курс 12-15 процедур. При этом наблюдается улучшение клинической картины заболевания [40].

В результате нашего исследования установлено, что после воздействия ультразвуком на область проекции тимуса у пациентов с бронхиальной астмой наблюдается статистически значимое снижение относительного и абсолютного уровня  $CD4^+CD25^+$  лимфоцитов, а также  $CD19^+CD23^{++}$  лимфоцитов. В то же время низкий уровень  $CD4^+CD25^+$  лимфоцитов сохранялся и через 3 месяца от начала исследования, а уровень  $CD19^+CD23^{++}$  лимфоцитов постепенно увеличивался и через 82-90 дней

вернулся к исходной величине. При изучении фенотипа базофилов также установлено статистически значимое снижение CD203c<sup>+</sup>CD63<sup>+</sup> базофилов и CD203c<sup>+</sup>IgE<sup>+</sup> базофилов после проведенной ультразвуковой терапии. В то же время при анализе фенотипа эозинофилов статистически значимых отличий не выявлено. Таким образом, следует говорить о том, что ультразвук как физический фактор оказывает воздействие на показатели иммунитета при воздействии на область проекции тимуса у пациентов с бронхиальной астмой.

Ультразвук низкой частоты (44 кГц) обладает большой проникающей способностью, в том числе и в воздушной среде, может оказывать непосредственное влияние на патологически измененные бронхолегочные структуры, обладает противовоспалительным, иммуностимулирующим действием. Ультразвук низкой частоты оказывает иммунокорректирующее действие в виде улучшения количественного содержания и функциональной активности клеточных и гуморальных факторов иммунной системы. Высокочастотный ультразвук оказывает умеренное положительное действие на показатели клеточного иммунитета. Низкочастотная ультразвуковая терапия при применении на область грудной клетки способствует улучшению бронхиальной проходимости и повышению легочных объемов [41].

## Заключение

Таким образом, имеются данные о клинико-иммунологической эффективности немедикаментозных методов при бронхиальной астме. Физиотерапевтические методы улучшают качество жизни, уменьшают симптомы заболевания, а также дают возможность отказаться от использования лекарственных препаратов [39]. Высокая эффективность физиотерапевтических методов при аллергических заболеваниях подтверждается положительной динамикой клинической картины заболевания, результатами лабораторных исследований [10]. Значительные возможности терапевтического действия физических факторов, отсутствие побочных реакций и отрицательных последствий, а также возможность комбинированного воздействия выделяют эти методы лечения бронхолегочной патологии [28].

Включение физиотерапевтических методов повышает результаты амбулаторного лечения и реабилитации пациентов с бронхиальной астмой, использование их возможно, как в качестве монотерапии для реабилитации в условиях поликлиники при бронхиальной астме легкого течения, так и в сочетании с традиционной медикаментозной терапией при тяжелом течении заболевания [18].

## Литература

1. Гетерогенность бронхиальной астмы в детском возрасте / Л. Г. Кузьменко [и др.] / Педиатрия. Журн. им. Г. Н. Сперанского. – 2013. – Т. 92, № 3. – С. 102–109.
2. Pocket Guide for Asthma Management and Prevention (for Adults and Children than 5 Years) : revised 2014 [Electronic resource]. – Available from: <http://www.moh.gov.sy/LinkClick.aspx?fileticket=F2vaUszgIuo%3D&portalid=0&language=ar-YE>.
3. Хан, М. А. Принципы и современные технологии медицинской реабилитации в детской пульмонологии / М. А. Хан, Ю. Л. Мизерницкий, Н. А. Лян // Дет. и подростковая реабилитация. – 2012. – № 2. – С. 53–62.
4. Клинико-функциональные и иммунологические подходы к оптимизации лечения бронхиальной астмы у детей / В. В. Кулагина [и др.] // Рос. аллергол. журн. – 2008. – № 6. – С. 42–45.
5. Смирнова, О. В. Иммунофизиотерапия бронхиальной астмы / О. В. Смирнова, Л. Р. Выхристенко, В. В. Янченко // Рецепт. – 2011. – № 1. – С. 67–77.
6. Новиков, Д. К. Клиническая иммунопатология : руководство / Д. К. Новиков, П. Д. Новиков. – М. : Мед. лит., 2009. – 448 с.
7. Улащик, В. С. Иммуномодулирующее действие лечебных физических факторов / В. С. Улащик // Мед. новости. – 2006. – № 11. – С. 8–13.
8. Малявин, А. Г. Актуальные проблемы современной физической терапии бронхиальной астмы / А. Г. Малявин // Пульмонология. – 2000. – № 4. – С. 36–43.
9. Lio, P. A. Non-pharmacologic therapies for atopic dermatitis / P. A. Lio // Curr. Allergy Asthma Rep. – 2013 Oct. – Vol. 13, N 5. – P. 528–538.
10. Улащик, В. С. Общая физиотерапия : учебник / В. С. Улащик, И. В. Лукомский. – 3-е изд., стереотип. – Мн. : Книж. дом, 2008. – 512 с.
11. Пономаренко, Г. Н. Биофизические основы физиотерапии : учеб. пособие / Г. Н. Пономаренко, И. И. Турковский. – М. : Медицина, 2006. – 171 с.
12. Low-level laser therapy suppresses the oxidative stress-induced glucocorticoids resistance in U937 cells: relevance to cytokine secretion and histone deacetylase in alveolar macrophages / N. H. Souza [et al.] // J. Photochem. Photobiol. B. – 2014 Jan. – Vol. 130. – P. 327–336.
13. Elementary processes in cells after light absorption do not depend on the degree of polarization: implications for the mechanisms of laser phototherapy / T. I. Karu [et al.] // Photomed. Laser Surg. – 2008 Apr. – Vol. 26, N 2. – P. 77–82.
14. Karu, T. I. Mitochondrial signaling in mammalian cells

- activated by red and near-IR radiation / T. I. Karu // Photochem. Photobiol. – 2008 Sep-Oct. – Vol. 84, N 5. – P. 1091–1099.
15. Физиотерапия : учеб. пособие / Г. Ш. Гафиятуллина [и др.]. – М. : ГЭОТАР-Медиа, 2010. – 272 с.
16. Фархутдинов, У. Р. Внутрисосудистое лазерное облучение крови в лечении больных бронхиальной астмой / У. Р. Фархутдинов // Терапевт. архив. – 2007. – Т. 79, № 3. – P. 44–47.
17. Мартынов, А. И. Модулирующее действие факторов преимущественно физической природы на иммунную систему человека и животных (Часть 1) / А. И. Мартынов // Рос. аллергол. журн. – 2014. – № 4. – С. 3–11.
18. Helium-neon laser irradiation stimulates cell proliferation through photostimulatory effects in mitochondria / W. P. Hu [et al.] // J. Invest. Dermatol. – 2007 Aug. – Vol. 127, N 8. – P. 2048–2057.
19. Новиков, Д. К. Иммунокоррекция, иммунопрофилактика, иммунореабилитация : руководство / Д. К. Новиков, П. Д. Новиков, Н. Д. Титова. – Витебск : ВГМУ, 2006. – 198 с.
20. Ушаков, А. А. Практическая физиотерапия / А. А. Ушаков. – 2-е изд., испр. и доп. – М. : Мед. информ. агентство, 2009. – 608 с.
21. Gapeyev, A. B. Features of anti-inflammatory effects of modulated extremely high-frequency electromagnetic radiation / A. B. Gapeyev, E. N. Mikhailik, N. K. Chemeris // Bioelectromagnetics. – 2009 Sep. – Vol. 30, N 6. – P. 454–461.
22. Немедикаментозная иммунокоррекция / А. М. Земсков [и др.] – М. : Нац. Акад. микологии, 2002. – 263 с.
23. Gapeyev, A. B. Exposure of tumor-bearing mice to extremely high-frequency electromagnetic radiation modifies the composition of fatty acids in thymocytes and tumor tissue / A. B. Gapeyev, T. P. Kulagina, A. V. Aripovsky // Int. J. Radiat. Biol. – 2013 Aug. – Vol. 89, N 8. – P. 602–610.
24. Жаворонок, И. П. Влияние электромагнитного излучения крайне высоких частот и низкоинтенсивного лазерного излучения на температуру и основной обмен у крыс при системном воспалении / И. П. Жаворонок, А. Ю. Молчанова, В. С. Улащик // Вопр. курортологии, физиотерапии и лечеб. физ. культуры. – 2012. – № 4. – С. 44–49.
25. Ultrasound field characterization and bioeffects in multiwell culture plates / U. S. Patel [et al.] // J. Ther. Ultrasound. – 2015 Jun. – Vol. 3. – P. 8.
26. Feng, Y. Bioeffects of Low-Intensity Ultrasound In Vitro: Apoptosis, Protein Profile Alteration, and Potential Molecular Mechanism / Y. Feng, Z. Tian, M. Wan // J. Ultrasound. Med. – 2010 Jun. – Vol. 29, N 6. – P. 963–974.
27. Effect of low-level laser therapy on allergic asthma in rats / X. Y. Wang [et al.] // Lasers Med. Sci. – 2014 May. – Vol. 29, N 3. – P. 1043–1050.
28. Лазерная терапия в педиатрии / С. В. Москвин [и др.] – М. ; Тверь : Триада, 2009. – 480 с.
29. Никитин, А. В. Клиническая эффективность применения направленного низкоинтенсивного лазерного излучения на область проекции надпочечников у больных бронхиальной астмой / А. В. Никитин, Л. А. Титов // Терапевт. архив. – 2006. – Т. 78, № 3. – С. 39–40.
30. Лазеротерапия в пульмонологии / А. М. Щегольков [и др.] // Пульмонология. – 2000. – № 4. – С. 11–17.
31. Мирхайдаров, А. М. Эффективность внутривенного лазерного облучения крови в лечении больных бронхиальной астмой / А. М. Мирхайдаров, Д. Р. Альбинская, Ю. А. Кофанова // XXIV Национальный Конгресс по болезням органов дыхания, г. Москва, 14–17 окт. 2014 г. : сб. тр. конгр. – М., 2014. – С. 73–74.
32. Никитин, А. В. Применение лазеропунктуры больным бронхиальной астмой с сопутствующим хроническим риносинуситом / А. В. Никитин, И. Э. Есауленко, О. Л. Шаталова // Вопр. курортологии, физиотерапии и лечеб. физ. культуры. – 2009. – № 1. – С. 37–39.
33. Юсупалиева, М. М. Динамика качества жизни больных бронхиальной астмой на этапе восстановительного лечения с применением физиотерапевтических методов / М. М. Юсупалиева // XXIV Национальный Конгресс по болезням органов дыхания, г. Москва, 14–17 окт. 2014 г. : сб. тр. конгр. – М., 2014. – С. 225–226.
34. Physiotherapy in asthma – seeking consensus / R. Nowobilski [et al.] // J. Asthma. – 2013 Aug. – Vol. 50, N 6. – P. 681–686.
35. Экспрессия маркеров иммунокомпетентных клеток, уровень цитокинов и метаболизм L-аргинина при комплексной крайневысокочастотной и энтерферонотерапии воспалительных заболеваний у женщин в высокогорье / Н. Н. Тарадий [и др.] // Физиол. журн. – 2003. – Т. 49, № 3. – С. 80–99.
36. Поважная, Е. Л. Возможности КВЧ-терапии в реабилитации больных с бронхолегочной патологией / Е. Л. Поважная, Г. М. Саралинова // Медицина на стыке тысячелетий : материалы науч.-практ. респ. конф. мед. работников. – Бишкек, 2000. – С. 126–131.
37. Никитин, А. В. Клинико-функциональная оценка эффективности КВЧ-пунктуры и лазерного излучения в лечении бронхиальной астмой / А. В. Никитин, Е. С. Андреевцева // Проблемы и перспективы современной науки : сб. науч. тр. – Томск, 2008. – Вып. 1. – С. 73–74.
38. Никитин, А. В. Анализ эффективности лечения лазеропунктурой хронического риносинусита у больных бронхиальной астмой / А. В. Никитин, И. Э. Есауленко, О. Л. Шаталова // Пульмонология. – 2009. – № 2. – С. 93–95.
39. Bruurs, M. L. The effectiveness of physiotherapy in patients with asthma: a systematic review of the literature / M. L. Bruurs, L. J. van der Giessen, H. Moed // Respir. Med. – 2013 Apr. – Vol. 107, N 4. – P. 483–494.
40. Техника и методики физиотерапевтических процедур : справочник / под общ. ред. В. М. Боголюбова. – М., 2009. – 404 с.
41. Комплексные методы физической терапии в восстановительном лечении больных с хроническим obstructивным бронхитом / Н. С. Айрапетова [и др.] // Вопр. курортологии, физиотерапии и лечеб. физ. культуры. – 2005. – № 2. – С. 46–49.

Поступила 08.12.2016 г.

Принята в печать 13.02.2017 г.



## References

- Kuz'menko LG, Merkulova VYu, Kotlukov VK, Petruk NI, Bril'kova TV, Kornushin RA, i dr. Heterogeneity of bronchial asthma at children's age. *Pediatr iia Zhurn im GN Speranskogo*. 2013;92(3):102-9. (In Russ.)
- Pocket Guide for Asthma Management and Prevention (for Adults and Children than 5 Years): revised 2014 [Electronic resource]. Available from: <http://www.moh.gov.sy/LinkClick.aspx?fileticket=F2vaUszgluo%3D&porthalid=0&language=ar-YE>.
- Khan MA, Mizernitskiy YuL, Lyan NA. The principles and modern technologies of medical aftertreatment in children's pulmonology. *Det Podrostkovaia Reabilitatsiia*. 2012;(2):53-62. (In Russ.)
- Kulagina VV, Rusakova NV, Markelova TN, Zhestkov AV, Shibanova NV. Kliniko-funktsionalnye and immunologic approaches to optimization of treatment of bronchial asthma at children. *Ros Allergol Zhurn*. 2008;(6):42-5. (In Russ.)
- Smirnova OV, Vykhristenko LR, Yanchenko VV. Immunophysiotherapy of bronchial asthma. *Retsept*. 2011;(1):67-77. (In Russ.)
- Novikov DK, Novikov PD. Clinical immunopathology: rukovodstvo. Moscow, RF: Med lit; 2009. 448 p. (In Russ.)
- Ulashchik VS. Immunomodulatory action of medical physical factors. *Med Novosti*. 2006;(11):8-13. (In Russ.)
- Malyavin AG. Urgent problems of modern physical therapy of bronchial asthma. *Pul'monologija*. 2000;(4):36-43. (In Russ.)
- Lio PA. Non-pharmacologic therapies for atopic dermatitis. *Curr Allergy Asthma Rep*. 2013 Oct;13(5):528-38. doi: 10.1007/s11882-013-0371-y.
- Ulashchik BC, Lukomskiy IV. General physiotherapy: uchebnik. 3-e izd stereotip. Minsk, RB: Knizh dom; 2008. 512 p. (In Russ.)
- Ponomarenko GN, Turkovskiy II. Biophysical fundamentals of physical therapy: ucheb posobie. Moscow, RF: Medicina; 2006. 171 p. (In Russ.)
- Souza NH, Marcondes PT, Albertini R, Mesquita-Ferrari RA, Fernandes KP, Aimbire F. Low-level laser therapy suppresses the oxidative stress-induced glucocorticoids resistance in U937 cells: relevance to cytokine secretion and histone deacetylase in alveolar macrophages. *J Photochem Photobiol B*. 2014 Jan;130:327-36. doi: 10.1016/j.jphotobiol.2013.12.010.
- Karu TI, Pyatibrat LV, Moskvina SV, Andreev S, Letokhov VS. Elementary processes in cells after light absorption do not depend on the degree of polarization: implications for the mechanisms of laser phototherapy. *Photomed Laser Surg*. 2008 Apr;26(2):77-82. doi: 10.1089/pho.2007.2134.
- Karu TI. Mitochondrial signaling in mammalian cells activated by red and near-IR radiation. *Photochem Photobiol*. 2008 Sep-Oct;84(5):1091-9. doi: 10.1111/j.1751-1097.2008.00394.x.
- Gafiyatullina GSh, Omel'chenko VP, Evtushenko BE, Chernikova IV. Physiotherapy: ucheb posobie. Moscow, RF: GJeOTAR-Media; 2010. 272 p. (In Russ.)
- Farkhutdinov UR. Intravascular laser radiation of a blood in treatment of patients with bronchial asthma. *Terapevt Arhiv*. 2007;79(3):44-7. (In Russ.)
- Martynov AI. The modulating action of factors of mainly physical nature on immune system of the person and animals (Part 1). *Ros Allergol Zhurn*. 2014;(4):3-11. (In Russ.)
- Hu WP, Wang JJ, Yu CL, Lan CC, Chen GS, Yu HS. Helium-neon laser irradiation stimulates cell proliferation through photostimulatory effects in mitochondria. *J Invest Dermatol*. 2007 Aug;127(8):2048-57. doi: 10.1038/sj.jid.5700826.
- Novikov DK, Novikov PD, Titova ND. Immunotherapy, immunoprophylaxis, immunorehabilitation: rukovodstvo. Vitebsk, RB: VGMU; 2006. 198 p. (In Russ.)
- Ushakov AA. Practical physiotherapy. 2-e izd ispr i dop. Moscow, RF: Med inform agentstvo; 2009. 608 p. (In Russ.)
- Gapeyev AB, Mikhailik EN, Chemeris NK. Features of anti-inflammatory effects of modulated extremely high-frequency electromagnetic radiation. *Bioelectromagnetics*. 2009 Sep;30(6):454-61. doi: 10.1002/bem.20499.
- Zemskov VM, Sergeev YuV, Karaulov AV, Novikova LA, Evsegneeva IV, Bzhozovskiy E. Non-drug immunocorrection. Moscow, RF: Nac Akad mikologii; 2002. 263 p. (In Russ.)
- Gapeyev AB, Kulagina TP, Aripovsky AV. Exposure of tumor-bearing mice to extremely high-frequency electromagnetic radiation modifies the composition of fatty acids in thymocytes and tumor tissue. *Int J Radiat Biol*. 2013 Aug;89(8):602-10. doi: 10.3109/09553002.2013.784426.
- Zhavoronok IP, Molchanova AY, Ulashchik VS. Influence of electromagnetic radiation of extremely high frequencies and low-intensive laser radiation on temperature and the main exchange at rats at a systemic inflammation. *Vopr Kurortologii Fizioterapii Lecheb Fiz Kul'tury*. 2012;(4):44-9. (In Russ.)
- Patel US, Ghorayeb SR, Yamashita Y, Atanda F, Walmsley AD, Scheven BA. Ultrasound field characterization and bioeffects in multiwell culture plates. *J Ther Ultrasound*. 2015 Jun;3:8. doi: 10.1186/s40349-015-0028-5.
- Feng Y, Tian Z, Wan M. Bioeffects of Low-Intensity Ultrasound In Vitro: Apoptosis, Protein Profile Alteration, and Potential Molecular Mechanism. *J Ultrasound Med*. 2010 Jun;29(6):963-74.
- Wang XY, Ma WJ, Liu CS, Li YX. Effect of low-level laser therapy on allergic asthma in rats. *Lasers Med Sci*. 2014 May;29(3):1043-50. doi: 10.1007/s10103-013-1456-5.
- Moskvina SV, Nasedkin AN, Osin AY, Khan MA. Laser therapy in pediatrics. Moscow, Tver, RF: Triada; 2009. 480 p. (In Russ.)
- Nikitin AV, Titov LA. Clinical performance of use of the referred low-intensive laser radiation on area of a projection of adrenals at patients with bronchial asthma. *Terapevt Arhiv*. 2006;78(3):39-40. (In Russ.)
- Shchegol'kov AM, Klyachkin LM, Yaroshenko VP, Klyachkina IL. Laserotherapy in pulmonology. *Pul'monologija*. 2000;(4):11-7. (In Russ.)
- Mirkhaydarov AM, Al'binskaya DR, Kofanova YuA.



- Efficiency of intravenous laser radiation of a blood in treatment of patients with bronchial asthma. V: XXIV Nacional'nyj Kongress po boleznyam organov dyhaniya g Moskva 14–17 okt 2014 g; sb tr kongr. Moscow, RF; 2014. P. 73-4. (In Russ.)
32. Nikitin AV, Esaulenko IE, Shatalova OL. Use of a lazeropunktura by the patient with bronchial asthma with the accompanying chronic rinosinit. Vopr Kurortologii Fizioterapii Lecheb Fiz Kul'tury. 2009;(1):37-9. (In Russ.)
  33. Yusupalieva MM. Dynamics of quality of life of patients with bronchial asthma at a stage of recovery treatment with use of physiotherapeutic methods. V: XXIV Nacional'nyj Kongress po boleznyam organov dyhaniya g Moskva 14–17 okt 2014 g; sb tr kongr. Moscow, RF; 2014. P. 225-6. (In Russ.)
  34. Nowobilski R, Plaszewski M, Wloch T, Mika P, Gajewski P, Brozek JL. Physiotherapy in asthma – seeking consensus. J Asthma. 2013 Aug;50(6):681-6. doi: 10.3109/02770903.2013.790421.
  35. Taradiy NN, Bagdasarova IV, Uzdenova ZKh, Bichekueva BKh, Doloman LB, Kotsyuruba AV, i dr. The expression of markers of immunocompetent cells, cytokines and metabolism of L-arginine in complex crimewashington and interferometrii inflammatory diseases in women in highlands. Fiziol Zhurn. 2003;49(3):80-99. (In Russ.)
  36. Povazhnaya EL, Saralinova GM. Opportunities of EHF-therapy in the rehabilitation of patients with bronchopulmonary pathology. V: Medicina na styke tysjacheletij: materialy nauch-prakt resp konf med rabotnikov. Bishkek, Kyrgyzstan; 2000. P. 126-31. (In Russ.)
  37. Nikitin AB, Andreeshcheva ES. Clinical and functional evaluation of the effectiveness of EHF-puncture and laser radiation in the treatment of bronchial asthma. V: Problemy i perspektivy sovremennoj nauki: sb nauch tr. Tomsk, RF; 2008. Vyp 1. P. 73-4. (In Russ.)
  38. Nikitin AV, Esaulenko IE, Shatalova OL. The analysis of efficiency of treatment lazeropunktury a chronic rinosinit at patients with bronchial asthma. Pul'monologija. 2009;(2):93-5. (In Russ.)
  39. Bruurs ML, van der Giessen LJ, Moed H. The effectiveness of physiotherapy in patients with asthma: a systematic review of the literature. Respir Med. 2013 Apr;107(4):483-94. doi: 10.1016/j.rmed.2012.12.017.
  40. Bogolyubov VM, red. Equipment and techniques of physiotherapeutic procedures: spravochnik. Moscow, RF; 2009. 404 p. (In Russ.)
  41. Ayrapetova NS, Gosn LD, Anisimkina AN, Ksenofontova IV, Nikoda NV, Kulikova OV, i dr. Complex methods of physical therapy in recovery treatment of patients with chronic obstructive bronchitis. Vopr Kurortologii Fizioterapii Lecheb Fiz Kul'tury. 2005;(2):46-9. (In Russ.)

Submitted 08.12.2016

Accepted 13.02.2017

#### Сведения об авторах:

Асирян Е.Г. – к.м.н., доцент кафедры педиатрии, Витебский государственный ордена Дружбы народов медицинский университет;

Новиков П.Д. – д.м.н., профессор кафедры клинической иммунологии и аллергологии с курсом ФПК и ПК, Витебский государственный ордена Дружбы народов медицинский университет;

Голубева А.И. – заведующая педиатрическим отделением для лечения детей с аллергическими заболеваниями, УЗ «Витебский областной детский клинический центр» Областная клиническая детская больница.

#### Information about authors:

Asiryan E.G. – Candidate of Medical Sciences, associate professor of the Chair of Pediatrics, Vitebsk State Order of Peoples' Friendship Medical University;

Novikov P.D. – Doctor of Medical Sciences, professor of the Chair of Clinical Immunology & Allergology with the course of the Faculty for Advanced Training & Retraining, Vitebsk State Order of Peoples' Friendship Medical University;

Golubeva A.I. – head of the pediatric department for the treatment of children with allergic diseases, Vitebsk Regional Children's Clinical Centre.

**Адрес для корреспонденции:** Республика Беларусь, 210023, г. Витебск, пр. Фрунзе, 27, Витебский государственный ордена Дружбы народов медицинский университет, кафедра педиатрии. E-mail: lena.asiryn@mail.ru – Асирян Елена Геннадьевна.

**Correspondence address:** Republic of Belarus, 210023, Vitebsk, 27 Frunze ave., Vitebsk State Order of Peoples' Friendship Medical University, Chair of Pediatrics. E-mail: lena.asiryn@mail.ru – Elena G. Asiryan.